

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-323390

(43)Date of publication of application : 07.12.1993

(51)Int.Cl. G02F 1/313

(21)Application number : 04-127426

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

(22)Date of filing : 20.05.1992

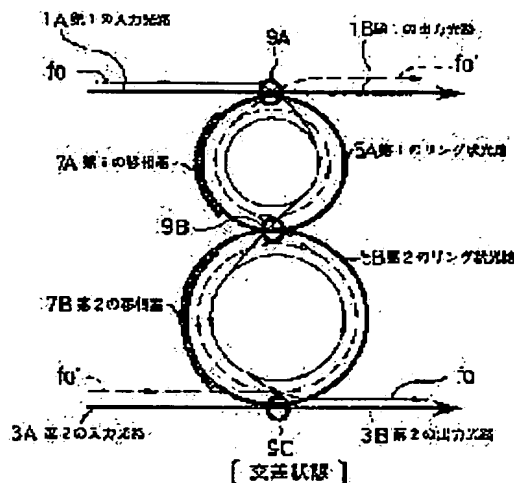
(72)Inventor : HABARA TAKASHI
SASAYAMA KOJI

(54) FREQUENCY MULTIPLEX TYPE OPTICAL SWITCH AND FREQUENCY MULTIPLEX TYPE OPTICAL SWITCH MATRIX

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the frequency multiplex type optical switch and frequency multiplex type optical switch matrix which can switch optical paths independently by the optical frequency channel without temporarily branching an optically frequency-multiplexed light signal by a branching filter device, etc.

CONSTITUTION: The frequency multiplex type optical switch which switches the frequency-multiplexed light signal on an input optical path according to frequencies and outputs it to plural output optical paths is equipped with a 1st ring-shaped optical path 5A which is annularly formed, a 1st optical coupling means 9A which optically couple the 1st ring-shaped optical path 5A with the input optical path, a 2nd ring-shaped optical path 5B which is annularly formed, a 2nd optical coupling means 9B which optically couples the 2nd ring-shaped optical path 5B with the 1st ring-shaped optical path 5A, a 3rd optical coupling means 9C which optically couples the 2nd ring-shaped optical path 5B with the output optical path, and an adjusting means which is provided on at least the 1st ring-shaped optical path 5A or 2nd ring-shaped optical path 5B and adjusts its optical path length.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.08.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 08.05.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the frequency multiplex mold optical switch which changes the frequency multiplex lightwave signal on an input optical path according to a frequency, and is outputted on two or more output optical paths The 1st optical coupling means to which optical coupling of the 1st ring-like optical path formed in the shape of a circular ring, and this the 1st ring-like optical path and said input optical path is carried out, The 2nd optical coupling means to which optical coupling of the 2nd ring-like optical path formed in the shape of a circular ring, and this 2nd ring-like optical path and said 1st ring-like optical path is carried out, The frequency multiplex mold optical switch characterized by having the 3rd optical coupling means to which optical coupling of said the 2nd ring-like optical path and output optical path is carried out, and an adjustment means for it to be prepared at least in said 1st ring-like optical path or the 2nd ring-like optical path, and to adjust the optical path length.

[Claim 2] The frequency multiplex mold optical switch according to claim 1 characterized by having the waveguide mold optical amplification means which gave rare earth ion to a part of said 1st ring-like optical path and 2nd ring-like optical path [at least].

[Claim 3] The frequency multiplex mold optical switch matrix characterized by the frequency multiplex mold optical switches which constitute the frequency multiplex mold optical switch matrix concerned being claim 1 and a frequency multiplex mold optical switch of two publications in a frequency multiplex mold optical switch matrix.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention is the optical frequency multiplex communication field, and relates to the frequency multiplex mold optical switch especially used for optical exchange of a frequency multiplex mold, and a frequency multiplex mold optical switch matrix.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, using optical transmission media, such as a silica glass fiber, at intervals of the frequency of about 5GHz, many lightwave signals are multiplexed and the optical frequency multiplex communication which performs transmission and exchange attracts attention as a main method of a future mass optical-communication network.

[0003] In order to enable such optical frequency multiplex communication, the optical switch matrix of the optical switch of an optical frequency multiplex mold or an optical frequency multiplex mold which switches by changing the lightwave signal by which optical frequency multiplex was carried out for every optical frequency channel serves as an important basic component.

[0004] In order to realize such an optical frequency multiplex mold optical switch, it was required to control two or more frequency channels independently, and to change them, but in the case of the conventional 2 input 2 output optical switch, only single actuation was able to be performed as were shown in drawing 9, and were shown in switching of only one frequency channel f_0 , or drawing 10 and all the frequency channels f_1 - f_n were switched to coincidence.

[0005] That is, in the case where change the rectilinear-propagation condition outputted as it is from the optical path in which the single optical frequency signal f_0 carried out incidence, and the crossover condition outputted to other one side with the another optical path which carried out incidence by changing in the case where it is shown in drawing 9, and it is shown in drawing 10, a rectilinear-propagation condition and a crossover condition are changed to f_1 -all the $f_n(s)$.

[0006] Moreover, also when such a conventional optical switch of each other is connected and it constitutes an optical switch matrix, it can only perform switching switching of only one optical frequency channel, or all optical frequency channels to coincidence.

[0007] therefore, in order to realize actuation of outputting the 1st predetermined optical frequency channel to the 1st output optical path, and outputting other 2nd optical frequency channel to 2nd another output optical path at coincidence To multiplex again was required, after choosing a desired output optical path with the optical switch which once separated spectrally the lightwave signal by which optical frequency multiplex was carried out for every optical frequency with the optical separator as shown in drawing 11, and was formed for every optical frequency channel and switching.

[0008] In the example shown in this drawing 11, the optical switch of 2 input 2 output is [f_n / f_1 and] in a crossover condition about a rectilinear-propagation condition and f_2 , therefore the optical frequency multiple signals f_1 , f_2 , and f_n on an input optical path and f_1' , f_2' , and f_n' are switched to f_1 , f_2' , f_n and f_1' , f_2 , and f_n' , respectively.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, as shown in drawing 8 and 9, it is difficult to carry out switching operation of the conventional optical switch independently for every optical frequency. Moreover, in order to dare perform switching operation independently for every optical

frequency, the technical problem that could not employ efficiently the optical frequency multiplex advantage which needs making it once separate spectrally for every optical frequency, and a hard amount increased, and it was not suitable for integration occurred.

[0010] This invention was made in view of the above-mentioned technical problem, and it aims at offering the frequency multiplex mold optical switch which can change an optical path independently for every optical frequency channel, and a frequency multiplex mold optical switch matrix, without ***** (ing) with a splitter the lightwave signal by which optical frequency multiplex was carried out arm 1.

[0011]

[Means for Solving the Problem] The frequency multiplex mold optical switch by this application the 1st invention In the frequency multiplex mold optical switch which changes the frequency multiplex lightwave signal on an input optical path according to a frequency, and is outputted on two or more output optical paths The 1st optical coupling means to which optical coupling of the 1st ring-like optical path formed in the shape of a circular ring, and this the 1st ring-like optical path and said input optical path is carried out, The 2nd optical coupling means to which optical coupling of the 2nd ring-like optical path formed in the shape of a circular ring, and this 2nd ring-like optical path and said 1st ring-like optical path is carried out, Let it be a summary to have the 3rd optical coupling means to which optical coupling of said the 2nd ring-like optical path and output optical path is carried out, and an adjustment means for it to be prepared at least in said 1st ring-like optical path or the 2nd ring-like optical path, and to adjust the optical path length.

[0012] The frequency multiplex mold optical switch by this application the 2nd invention makes it a summary to have given rare earth ion to a part of 1st ring-like optical path and 2nd ring-like optical path [at least] in a frequency multiplex mold optical switch according to claim 1.

[0013] The frequency multiplex mold optical switch matrix by this application the 3rd invention makes it a summary for the frequency multiplex mold optical switches which constitute a frequency multiplex mold optical switch matrix to be claim 1 and a frequency multiplex mold optical switch of two publications.

[0014]

[Function] The frequency multiplex mold optical switch by this application the 1st invention has the 1st ring-like optical path and the 2nd ring-like optical path which are formed in the shape of a circular ring between an input optical path and two or more output optical paths, and optical coupling of each is carried out by the 1st optical coupling means, the 2nd optical coupling means, and the 3rd optical coupling means. Moreover, since an adjustment means to adjust the optical path length to said 1st ring-like optical path or the 2nd ring-like optical path is established at least, the frequency multiplex lightwave signal on an input optical path is changed according to a frequency, and is outputted on two or more output optical paths.

[0015] Moreover, in a frequency multiplex mold optical switch according to claim 1, the frequency multiplex mold optical switch by this application the 2nd invention gives rare earth ion to a part of 1st ring-like optical path and 2nd ring-like optical path [at least], and constitutes a waveguide mold optical amplification means.

[0016] The frequency multiplex mold optical switch matrix by this application the 3rd invention constitutes a matrix by making claim 1 and the frequency multiplex mold optical switch of two publications into a unit switch.

[0017]

[Example] Hereafter, one example of this invention is explained to a detail with reference to a drawing.

[0018] Drawing 1 is an optical frequency multiplex mold optical switch concerning this invention, and the 1st and 2nd ring-like optical path 5A and 5B formed in the shape of a circular ring, respectively between two I/O optical paths 1 and 3, i.e., input optical-path 1 of ** 1st A, 1st output optical-path 1B, and 2nd input optical-path 3A and 2nd output optical-path 3B is arranged at the serial.

[0019] 1st input optical-path 1A, 1st output optical-path 1B, and 1st ring-like optical-path 5A moreover, with the 1st optical coupling means 1st ring-like optical-path 5A and 2nd ring-like optical-path 5B are carried out by the 2nd optical coupling means, and optical coupling of 2nd ring-

like optical-path 5B, and 2nd input optical-path 3A and 2nd output optical-path 3B is carried out by the 3rd optical coupling means, respectively.

[0020] When 1st ring-like optical-path 5A by which optical coupling was carried out, respectively, the resonance frequency which becomes settled by the optical path length of 2nd ring-like optical-path 5B, and the optical frequency of the lightwave signal which carried out incidence from the I/O optical paths 1 and 3 are in agreement at this time, as shown in drawing 1, from I/O optical paths 1 and 3 of one of the two, through the ring-like optical path 5, the lightwave signal which carried out incidence moves to one of other I/O optical paths 3 and 1, and spreads. This responds to a switch being in the so-called crossover condition. Moreover, when 1st ring-like optical-path 5A and the resonance frequency in 2nd ring-like optical-path 5B differ from the optical frequency of the lightwave signal which carried out incidence, the lightwave signal which carried out incidence as shown in drawing 2 from I/O optical paths 1 and 3 of one of the two spreads the I/O optical paths 1 and 3 which carried out incidence as it was, respectively. This responds to a switch being in the so-called rectilinear-propagation condition.

[0021] The optical reinforcement in I/O optical paths 1 and 3 with the another I/O optical path to which drawing 4 and drawing 5 expressed such a property as relation between optical reinforcement and optical frequency, set resonance frequency to f_0 , and the lightwave signal carried out incidence of drawing 4, and drawing 5 show the optical reinforcement in the I/O optical paths 1 and 3 in which the lightwave signal carried out incidence. Moreover, these frequency characteristics are properties repeated at spacing called the so-called FSR (Free Spectrum Range), and can set the location of resonance frequency as f_0 of arbitration within the limits of FSR by adjusting 1st ring-like optical-path 5A, the 1st phase-shifter 7A prepared on 2nd ring-like optical-path 5B, respectively, and 2nd phase-shifter 7B, respectively. Namely, only the lightwave signal of the optical frequency will be in a rectilinear-propagation condition to a crossover condition and the lightwave signal of other optical frequency by setting f_0 as desired optical frequency.

[0022] In the optical frequency multiplex mold optical switch in this example, it becomes possible by arranging further two or more such 1st ring-like optical-path 5A and 2nd ring-like optical-path 5B, and adjusting to resonance frequency different, respectively to set up a crossover condition and a rectilinear-propagation condition independently, respectively to the lightwave signal of two or more optical frequency.

[0023] Drawing 5 is drawing of the optical frequency multiplex mold optical switch 5 of 2 input 2 output, and shows the example of a case with four optical frequency channels. In this drawing 5, each optical paths 1 and 3 use the thin film heater to which induction of the refractive-index change by the thermo-optic effect is carried out as phase shifters 70A, 71A, 72A, 73A, 70B, 71B, 72B, and 73B using the quartz system single mode optical waveguide formed on Substrate P. In this drawing, heater voltage adjusts each phase shifters 70A, 71A, 72A, 73A, 70B, 71B, 72B, and 73B. Resonance frequency [in / for resonance frequency / in / for the resonance frequency in 1st ring-like optical-path 51A and 2nd ring-like optical-path 51B / f_1 and 1st ring-like optical-path 52A and 2nd ring-like optical-path 52B / ring-like optical-path 53B of f_2 , and a 1st ring-like optical-path 53A and the 2nd] Resonance frequency in f_3 and 1st ring-like optical-path 50A and 2nd ring-like optical-path 50B is set to f_0 .

[0024] The inside of f_1' , f_2' and f_3' which carried out incidence from f_1 , f_2 , f_3 , f_4 , and 2nd input optical-path 3A which carried out incidence from 1st input optical-path 1A at this time, and f_4' ($f_x=f_x'; x=1, 2, 3, 4$), About f_1 , it sets to 1st ring-like optical-path 51A and 2nd ring-like optical-path 51B. A crossover condition, About f_2 , it will be [3 / crossover condition and / f] in a crossover condition in 1st ring-like optical-path 53A and 2nd ring-like optical-path 53B in 1st ring-like optical-path 52A and 2nd ring-like optical-path 52B. Since there is no ring-like optical path which will be in the resonance state about f_4 , it is in a rectilinear-propagation condition altogether. Therefore, f_1' , f_2' , f_3' , and f_4 are outputted to 1st output optical-path 1B, and f_1 , f_2 , f_3 , and f_4' are outputted to 2nd output optical-path 3B.

[0025] Thus, a crossover condition and a rectilinear-propagation condition can be independently set up and switched to the optical frequency signal of f_1 , f_2 , f_3 , and f_4 .

[0026] In addition, in this example, although two ring-like optical paths, 1st ring-like optical-path 5A and 2nd ring-like optical-path 5B, are used, the number of the ring-like optical paths mutually

combined by requirements, such as required sharpness of resonance, is good at the natural number of arbitration.

[0027] Moreover, a steep filter shape is realized by equipping a part of ring-like optical path with a waveguide mold optical amplifier. In addition, as such waveguide mold amplifier, the optical amplification which added rare earth ion in waveguide is known.

[0028] Drawing 6 is the example of the optical frequency multiplex mold optical switch matrix of 2 input 2 output, and is called a gate-matrix mold switch matrix. As optical frequency, it is an example in the case of four waves of f_1 , f_2 , f_3 , and f_4 .

[0029] Turnouts 13 and 33, the unification machines 15 and 35, and the optical frequency multiplex mold optical switches S11-S22 are arranged between the input optical paths 11A and 31A and the output optical paths 11B and 31B. Turnouts 13 and 33 and the unification machines 15 and 35 connect with the input optical paths 11A and 31A and the output optical paths 11B and 31B.

Generally, the frequency multiplex mold optical switch S_{ij} (i and j are the natural number) is arranged so that the i -th input optical path and the j -th output optical path may be connected.

[0030] Each frequency multiplex mold optical switch is set [as opposed to / at f_4 and S21 / f_4] up so that it may be [as opposed to / at S22 / f_1 , f_2 , and f_3] in a crossover condition by f_1 , f_2 , f_3 , and S12 S11, respectively. From this Lightwave signal f_1' which carried out incidence to the lightwave signals f_1 , f_2 , f_3 , and f_4 which carried out incidence from 1st input optical-path 11A from 2nd input optical-path 31A, f_2' , f_3' , and f_4' are independently switched for every optical frequency, respectively, and f_1 , f_2 , f_3 , and f_4' are outputted to 1st output optical-path 11B. f_1' , f_2' , f_3' , and f_4 are outputted to 2nd output optical-path 31B. Moreover, in this example, since the lightwave signal from the input optical paths 11A and 31A has branched to each output optical path by turnouts 13 and 33, connection of the so-called broadcast mold which outputs one input signal to two or more output optical paths at coincidence can also be made.

[0031] Drawing 7 is the 2nd example, is the example of the optical frequency multiplex mold optical switch matrix of 6 input 6 output, and is called a BENESU network. As optical frequency, it is an example in the case of four waves of f_1 , f_2 , f_3 , and f_4 .

[0032] The optical frequency multiplex mold optical switches S11-S53 are formed, respectively between the input optical paths 111A, 112A, 113A, 311A, 312A, and 313A and the output optical paths 111B, 112B, 113B, 311B, 312B, and 313B. At this time, it is mutually arranged in the shape of a matrix between ***** optical paths, and in the case of a crossover condition, from a certain optical path, a lightwave signal is changed to the next optical path, and it spreads.

[0033] In the example of this drawing of operation, each optical frequency multiplex mold optical switch In the optical frequency multiplex mold optical switch S11, with f_1 and the optical frequency multiplex mold optical switch S12, by f_2 and the optical frequency multiplex mold optical switch S33 with f_1 and the optical frequency multiplex mold optical switch S31 f_3 , f_4 , [at f_1 and the optical frequency multiplex mold optical switch S21] With the optical frequency multiplex mold optical switch S42, with f_1 , f_2 , f_3 , f_4 , and the optical frequency multiplex mold optical switch S53, it is set up so that it may be in a crossover condition to f_1 , respectively. the lightwave signal f which carried out incidence to lightwave signal f_1' which carried out incidence to the lightwave signals f_1 and f_2 which carried out incidence from input optical-path 111A as an example from input optical-path 312A from this, and f_2 from input optical-path 313A -- 3" f_4' the optical path which it is independently switched for every ***** optical frequency, and is shown by the thick wire in drawing -- spreading -- output optical-path 311B -- f_1' , f_2 , and output optical-path 312B -- f -- 3" f_4' and output optical-path 113B -- f_2' and output optical-path 313B -- f_1 -- a ***** output is carried out.

[0034] Although this drawing is the so-called lock out type of switch matrix, it is possible to make the rate of lock out low, or to use it as a non-blockading mold without limit, by increasing the number of stages (drawing 7 five steps) of the switch arranged in the longitudinal direction.

[0035] Drawing 8 is the 3rd example of invention, is the example of the optical frequency multiplex mold optical switch matrix of 4 input 4 output, and is called a skeleton pattern switch matrix. As optical frequency, it is an example in the case of four waves of f_1 , f_2 , f_3 , and f_4 .

[0036] The optical frequency multiplex mold optical switches S11-S44 are formed between the input optical paths 311A, 312A, 313A, and 314A and the output optical paths 111B, 114B, 115B, 116B,

311B, 312B, 313B, and 314B. Among these, the output optical paths 311B, 312B, 313B, and 314B are actually used, and the remaining output optical paths 111B, 114B, 115B, and 116B are output optical paths of the so-called dummy which are not used. The optical frequency multiplex mold optical switches S11-S44 are optical frequency multiplex mold optical switches mentioned above, and are arranged at the crossing of the matrix of the shape of a grid formed from an input optical path and an output optical path.

[0037] In the condition of not connecting a lightwave signal to an output optical path, all optical frequency multiplex mold optical switches are set as the crossover condition from the input optical path to all optical frequency signals. For example, in not outputting the lightwave signal f3 in drawing and on input optical-path 313A to an output optical path, after spreading as a crossover condition, respectively with the optical frequency multiplex mold optical switches S31, S32, S33, and S34, it is outputted to intact output optical-path 114B in drawing, and is outputted to neither of the output optical paths 311B, 312B, 313B, and 314B. Moreover, also about the lightwave signal f1 on input optical-path 311A, when outputting to neither of the output optical paths 311B, 312B, 313B, and 314B, it is outputted to intact output optical-path 116B by changing all of S11, S12, S13, and S14 into a crossover condition. On the other hand, by changing the optical frequency multiplex mold optical switch S13 into a rectilinear-propagation condition to f1, this lightwave signal carries out sequential propagation with the optical frequency multiplex mold optical switches S11, S12, S13 (rectilinear-propagation condition), S23, S33, and S43 and is outputted to output optical-path 312B to output this lightwave signal (lightwave signal f1 on the input optical path 111) to output optical-path 312B. When outputting the i-th lightwave signal fx of input optical-path 11i to j-th output optical-path 12j generally, connection is made by changing the optical frequency multiplex mold optical switch Sij into a rectilinear-propagation condition to fx.

[0038] As mentioned above, as explained, by the optical frequency multiplex mold optical switch and optical frequency multiplex mold optical switch matrix by this example, without once separating spectrally with a splitter the lightwave signal by which optical frequency multiplex was carried out, it becomes possible to change an optical path independently for every optical frequency channel, and while making an optical frequency multiplex technique available directly, an optical switch matrix with few hard amounts can be offered.

[0039]

[Effect of the Invention] As mentioned above, while enabling the frequency multiplex mold optical switch and frequency multiplex mold optical switch matrix by this invention to change an optical path independently for every optical frequency channel, an optical switch matrix with few hard amounts can be offered.

[Translation done.]

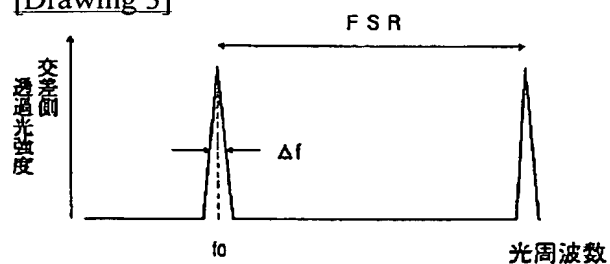
*** NOTICES ***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

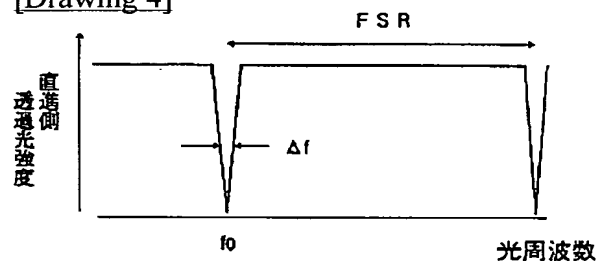
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

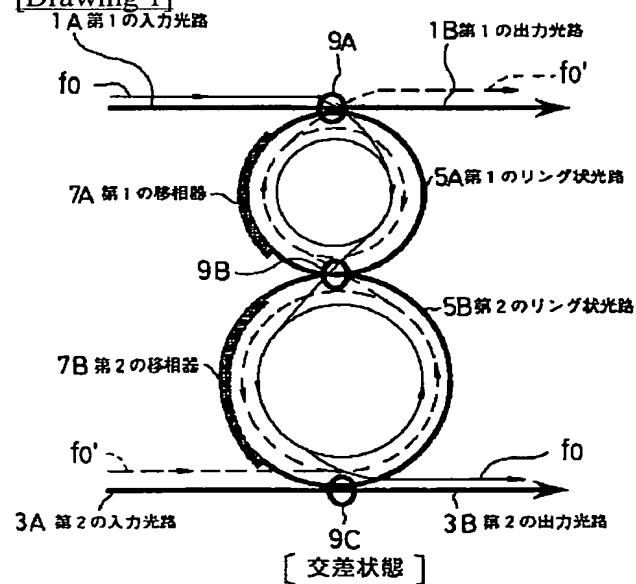
[Drawing 3]



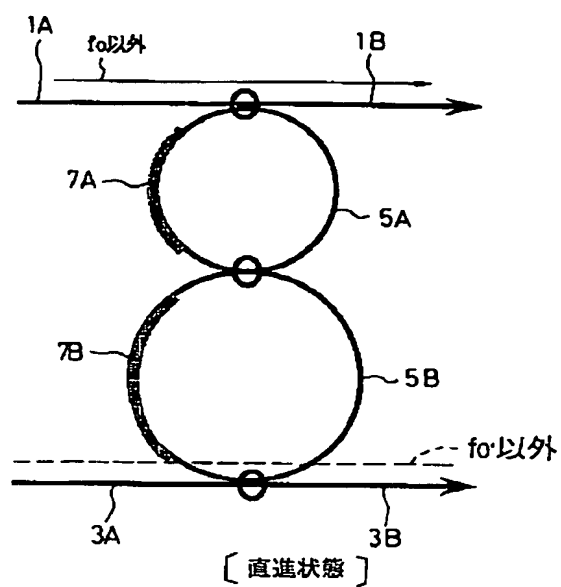
[Drawing 4]



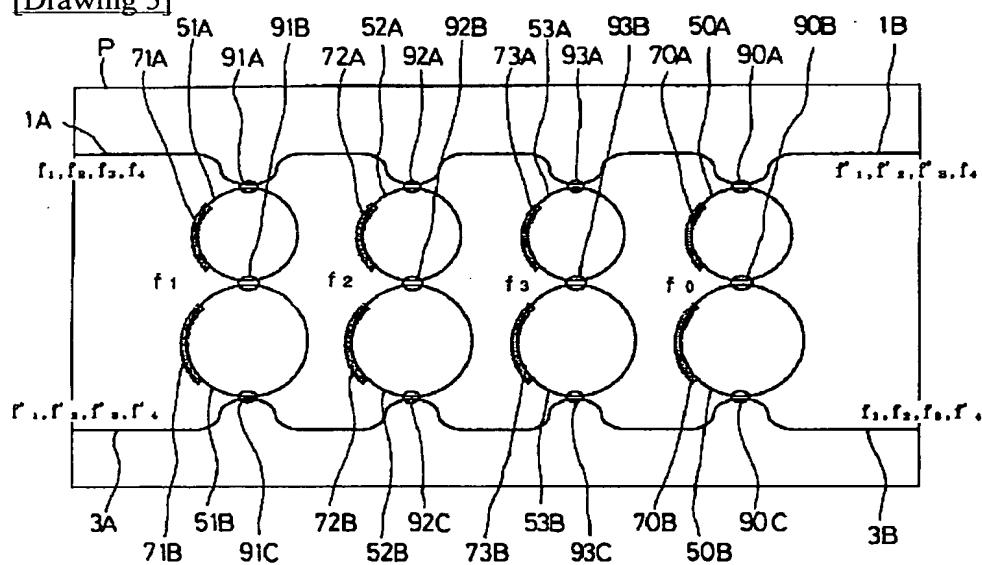
[Drawing 1]



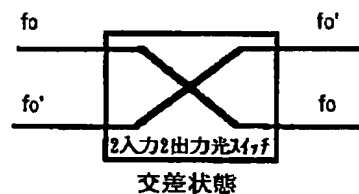
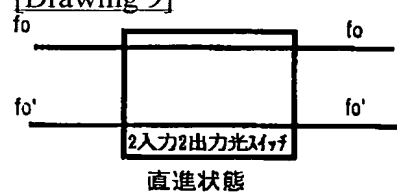
[Drawing 2]



[Drawing 5]



[Drawing 9]

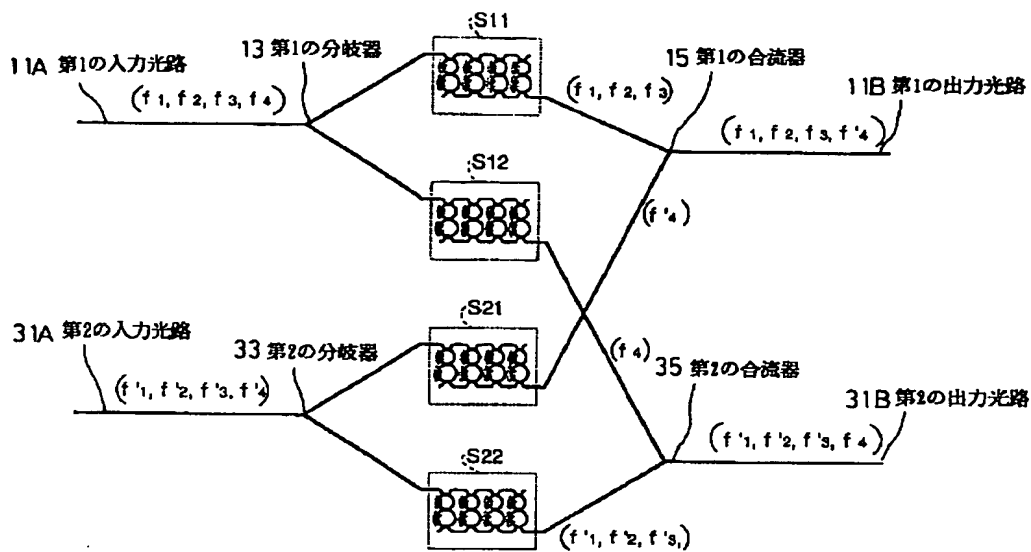


fo' と fo は同一周波数

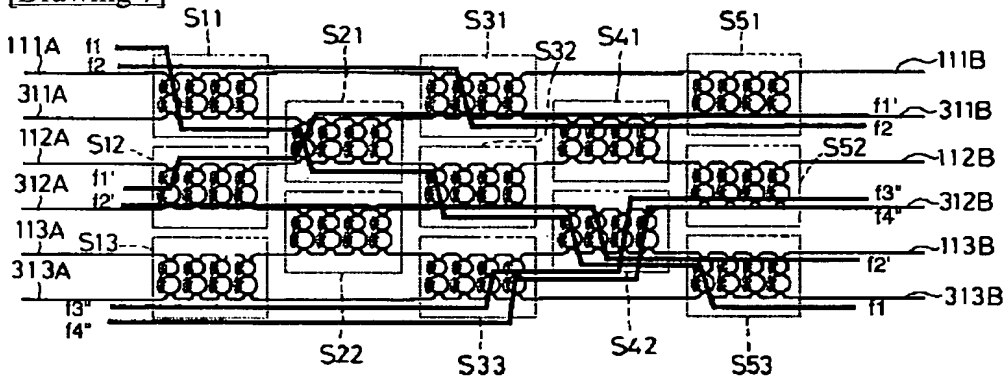
(a)

(b)

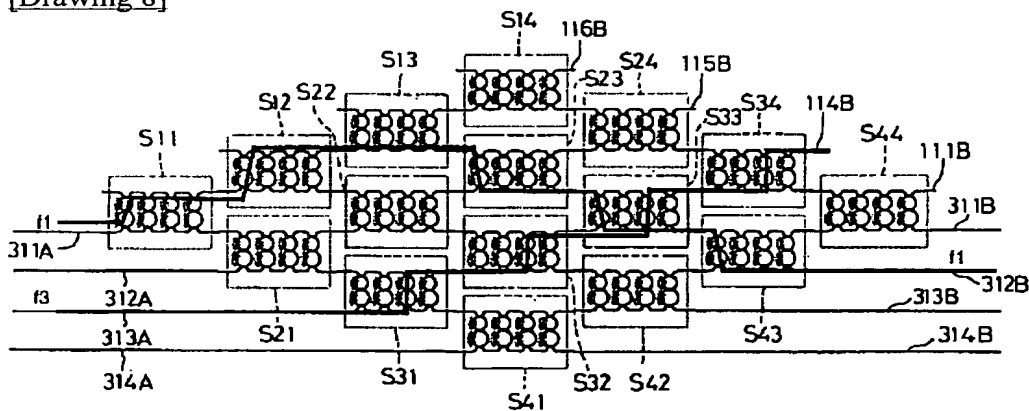
[Drawing 6]



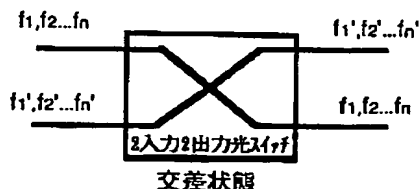
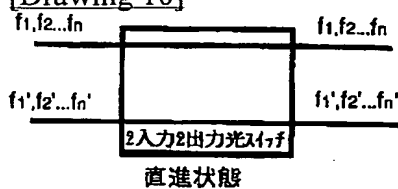
[Drawing 7]



[Drawing 8]



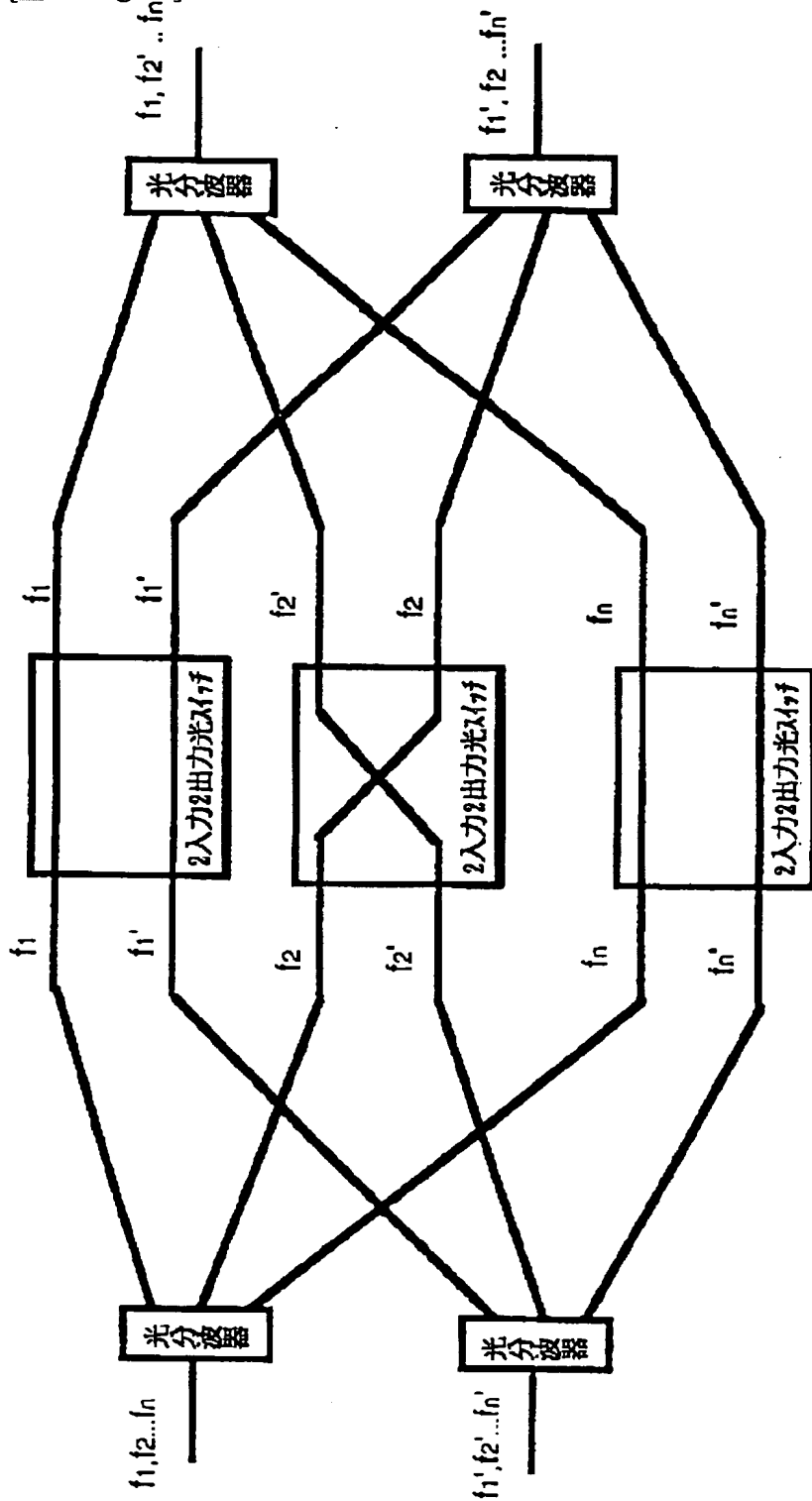
[Drawing 10]


 $f_{x'} \text{ と } f_x \text{ は同一周波数 } (x = 1 \sim n)$

(a)

(b)

[Drawing 11]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-323390

(43)公開日 平成5年(1993)12月7日

(51)Int.Cl.⁵
G 0 2 F 1/313発明記号 序内整理番号
7246-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3(全 9 頁)

(21)出願番号 特願平4-127426

(22)出願日 平成4年(1992)5月20日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社
東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72)発明者 藤原 敏士

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日
本電信電話株式会社内

(72)発明者 笹山 浩二

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日
本電信電話株式会社内

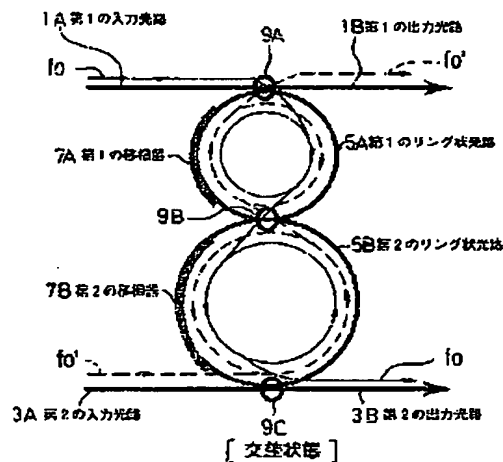
(74)代理人 弁護士 三好 秀和 (外1名)

(54)【発明の名称】 周波数多量型光スイッチ及び周波数多重型光スイッチマトリクス

(57)【要約】

【目的】 本発明は、光周波数多重された光信号を分波器とて一旦分波することなく、各光周波数チャネルごとに独立に光路を切り替えることが可能な周波数多重型光スイッチ及び周波数多重型光スイッチマトリクスを提供することを目的とする。

【構成】 本発明の周波数多重型光スイッチは、入力光路上の周波数多重光信号を周波数に応じて切り替えて複数の出力光路上に出力する周波数多重型光スイッチにおいて、円環状に形成される第1のリング状光路と、この第1のリング状光路と前記入力光路とを光結合させる第1の光結合手段と、円環状に形成される第2のリング状光路と、この第2のリング状光路と前記第1のリング状光路とを光結合させる第2の光結合手段と、前記第2のリング状光路と出力光路とを光結合させる第3の光結合手段と、少なくとも前記第1のリング状光路と第2のリング状光路のいずれかに設けられ、その光路長を調整する調整手段とを備えて構成される。



(2)

特開平5-323390

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力光路上の周波数多重光信号を周波数に応じて切り替えて複数の出力光路上に出力する周波数多重型光スイッチにおいて、

円環状に形成される第1のリング状光路と、

この第1のリング状光路と前記入力光路とを光結合させる第1の光結合手段と、

円環状に形成される第2のリング状光路と、

この第2のリング状光路と前記第1のリング状光路とを光結合させる第2の光結合手段と、

前記第2のリング状光路と出力光路とを光結合させる第3の光結合手段と、

少なくとも前記第1のリング状光路と第2のリング状光路のいずれかに設けられ、その光路長を調整する調整手段とを有することを特徴とする周波数多重型光スイッチ。

【請求項2】 前記第1のリング状光路と第2のリング状光路の少なくとも一部に希土類イオンを付与した導波路型光増幅手段を有することを特徴とする請求項1記載の周波数多重型光スイッチ。

【請求項3】 周波数多重型光スイッチマトリクスにおいて、当該周波数多重型光スイッチマトリクスを構成する周波数多重型光スイッチが請求項1、2記載の周波数多重型光スイッチであることを特徴とする周波数多重型光スイッチマトリクス。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光周波数多重通信分野で、特に周波数多重型の光交換に用いられる周波数多重型光スイッチ及び周波数多重型光スイッチマトリクスに関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、石英系光ファイバ等の光伝送媒体を用いて、5GHz程度の周波数間隔で、多数の光信号を多重化し、伝送や交換を行う光周波数多重通信が、将来の大容量光通信網の主要方式として注目されている。

【0003】このような光周波数多重通信を可能にするためには、光周波数多重された光信号を光周波数チャンネルごとに切り替えてスイッチングを行う光周波数多重型の光スイッチや光周波数多重型の光スイッチマトリクスが重要な基本構成要素となる。

【0004】このような光周波数多重型光スイッチを実現するためには、複数の周波数チャンネルを独立に制御して切り替えることが必要であるが、従来の2入力2出力光スイッチの場合には、図9に示すように一つの周波数チャンネルf0のみのスイッチング、あるいは図10に示すように全ての周波数チャンネルf1、～、fnを同時にスイッチングするというように、単一の動作しか行うことができなかった。

【0005】すなわち、図9に示す場合では単一の光周

2

波数信号f0が入射した光路からそのまま出力される直進状態、入射した光路とは別の他の一方に切り替えて出力される交差状態を切り替え、また図10に示す場合ではf1、～、fnのすべてに対して直進状態、交差状態を切り替えるものである。

【0006】また、このような従来の光スイッチを互いに接続して光スイッチマトリクスを構成する場合にも、一つの光周波数チャンネルのみのスイッチング、あるいはすべての光周波数チャンネルを同時にスイッチングするということが行えない。

【0007】そのため、所定の第1の光周波数チャンネルを第1の出力光路に出力し、また同時に他の第2の光周波数チャンネルは別の第2の出力光路に出力するという動作を実現するためには、図11に示すように光周波数多重された光信号を一旦光分波器により光周波数ごとに分波し、光周波数チャンネルごとに設けられた光スイッチにより所望の出力光路を選択してスイッチングしたのち、再び合流することが必要であった。

【0008】この図11に示す例では、f1とfnについては2入力2出力の光スイッチが直進状態、f2については交差状態であり、従って入力光路上の光周波数多重信号f1、f2、fn及びf1'、f2'、fn'が、それぞれf1、f2'、fnとf1'、f2、fn'にスイッチングされている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図8、9に示したように、従来の光スイッチを光周波数ごとに独立にスイッチング動作させることは困難である。また、光周波数ごとに独立にスイッチング動作をあて行うためには、一旦光周波数ごとに分波させることが必要であり光周波数多重の利点を生かすことができず、またハード量が増加して集積化にも適さないという課題があった。

【0010】本発明は、上記課題に鑑みてなされたもので、光周波数多重された光信号を分波器とて一旦分波することなく、各光周波数チャンネルごとに独立に光路を切り替えることが可能な周波数多重型光スイッチ及び周波数多重型光スイッチマトリクスを提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本願第1の発明による周波数多重型光スイッチは、入力光路上の周波数多重光信号を周波数に応じて切り替えて複数の出力光路上に出力する周波数多重型光スイッチにおいて、円環状に形成される第1のリング状光路と、この第1のリング状光路と前記入力光路とを光結合させる第1の光結合手段と、円環状に形成される第2のリング状光路と、この第2のリング状光路と前記第1のリング状光路とを光結合させる第2の光結合手段と、前記第2のリング状光路と出力光路とを光結合させる第3の光結合手段と、少なくとも前

(3)

特開平5-323390

3

記第1のリング状光路と第2のリング状光路のいずれかに設けられ、その光路長を調整する調整手段とを有することを要旨とする。

【0012】本願第2の発明による周波数多重型光スイッチは、請求項1記載の周波数多重型光スイッチにおいて、第1のリング状光路と第2のリング状光路の少なくとも一部に希土類イオンを付与したことを要旨とする。

【0013】本願第3の発明による周波数多重型光スイッチマトリクスは、周波数多重型光スイッチマトリクスを構成する周波数多重型光スイッチが請求項1、2記載の周波数多重型光スイッチであることを要旨とする。

【0014】

【作用】本願第1の発明による周波数多重型光スイッチは入力光路と複数の出力光路との間に円環状に形成される第1のリング状光路と第2のリング状光路を有しており、それぞれは第1の光結合手段、第2の光結合手段及び第3の光結合手段によって、光結合される。また、少なくとも前記第1のリング状光路と第2のリング状光路のいずれかに、その光路長を調整する調整手段が設けられることから、入力光路上の周波数多重光信号は周波数に応じて切り替えて複数の出力光路上に出力される。

【0015】また、本願第2の発明による周波数多重型光スイッチは、請求項1記載の周波数多重型光スイッチにおいて、第1のリング状光路と第2のリング状光路の少なくとも一部に希土類イオンを付与して導波路型光増幅手段を構成したものである。

【0016】本願第3の発明による周波数多重型光スイッチマトリクスは、請求項1、2記載の周波数多重型光スイッチを単位スイッチとしてマトリクスを構成したものである。

【0017】

【実施例】以下、本発明の一実施例を、図面を参照して詳細に説明する。

【0018】図1は本発明に係る光周波数多重型光スイッチであり、2本の入出力光路1、3、すなわち第1の入出力光路1A、第1の出力光路1Bと第2の入出力光路3A、第2の出力光路3Bとの間にそれぞれ円環状に形成される第1、第2のリング状光路5A、5Bが直列に配置されている。

【0019】また、第1の入出力光路1A、第1の出力光路1Bと第1のリング状光路5Aとは第1の光結合手段によって、第1のリング状光路5Aと第2のリング状光路5Bは第2の光結合手段によって、第2のリング状光路5Bと第2の入出力光路3A、第2の出力光路3Bは第3の光結合手段によって、それぞれ光結合される。

【0020】このとき、それぞれ光結合された第1のリング状光路5Aと第2のリング状光路5Bの光路長により定まる共振周波数と、入出力光路1、3より入射した光信号の光周波数が一致する場合には、図1に示すように片方の入出力光路1、3より入射した光信号がリング

4

状光路5を介して他の一方の入出力光路3、1へ移って伝播する。これはスイッチがいわゆる交差状態であることに対応する。また、第1のリング状光路5Aと第2のリング状光路5Bにおける共振周波数と、入射した光信号の光周波数が異なる場合には、図2に示すように片方の入出力光路1、3より入射した光信号は、それぞれ、そのまま入射した入出力光路1、3を伝播する。これはスイッチがいわゆる直進状態であることに対応する。

【0021】図4及び図5は、このような特性を光強度と光周波数の関係として表したものであり、共振周波数を f_0 として、図4は光信号が入射した入出力光路とは別の入出力光路1、3における光強度、図5は光信号が入射した入出力光路1、3における光強度を示すものである。また、この周波数特性は、いわゆるFSR(Free Spectrum Range)と呼ばれる間隔で繰り返す特性であり、第1のリング状光路5Aと第2のリング状光路5B上にそれぞれ設けられた第1の移相器7A及び第2の移相器7Bをそれぞれ調整することにより、FSRの範囲内で任意の f_0 に共振周波数の位置を設定することができる。すなわち、所望の光周波数に f_0 を設定することにより、その光周波数の光信号のみ交差状態、他の光周波数の光信号に対しては、直進状態となる。

【0022】本実施例における光周波数多重型光スイッチでは、そのような第1のリング状光路5Aと第2のリング状光路5Bをさらに複数個配置して、それぞれ異なる共振周波数に調整することにより、複数の光周波数の光信号に対して、交差状態と直進状態をそれぞれ独立に設定することが可能となる。

【0023】図5は、2入力2出力の光周波数多重型光スイッチ5の図であり光周波数チャネル数4の場合の例をしめすものである。この図5において、各光路1、3は基板P上に形成された石英系単一モード光導波路を用い、移相器70A、71A、72A、73A、70B、71B、72B、73Bとしては、熱光学効果による屈折率変化を誘起させる薄層ヒータを用いたものである。同図では、各移相器70A、71A、72A、73A、70B、71B、72B、73Bをヒータ電圧により調整し、第1のリング状光路51Aと第2のリング状光路51Bにおける共振周波数を f_1 、第1のリング状光路52Aと第2のリング状光路52Bにおける共振周波数を f_2 、第1のリング状光路53Aと第2のリング状光路53Bにおける共振周波数を f_3 、第1のリング状光路50Aと第2のリング状光路50Bにおける共振周波数を f_0 、としてある。

【0024】このとき、第1の入出力光路1Aから入射した f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_4 、第2の入出力光路3Aから入射した f_1' 、 f_2' 、 f_3' 、 f_4' ($f_x = f_x'$; $x = 1, 2, 3, 4$)のうち、 f_1 については第1のリング状光路51Aと第2のリング状光路51Bに

(4)

特開平5-323390

5

において交差状態、 f_2 については第1のリング状光路52Aと第2のリング状光路52Bにおいて交差状態、 f_3 については第1のリング状光路53Aと第2のリング状光路53Bにおいて交差状態、となる。 f_4 については共振状態となるリング状光路がないためすべて直進状態である。従って、第1の出力光路1Bには、 f_1' 、 f_2' 、 f_3' 、 f_4 が出力され、第2の出力光路3Bには、 f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_4' が出力される。

【0025】このようにして、 f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_4 の光周波数信号に対して独立に交差状態、直進状態を設定してスイッチングすることができる。

【0026】なお、本実施例においては、第1のリング状光路5Aと第2のリング状光路5Bの2つのリング状光路を用いているが、必要な共振の波などの要求条件により、互いに結合されたリング状光路の数は任意の自然数でよい。

【0027】また、リング状光路の一部に導波路型光増幅器を備えることにより、急峻なフィルタ特性を実現する。尚、このような導波路型増幅器としては、導波路中に希土類イオンを添加した光増幅器が知られている。

【0028】図6は、2入力2出力の光周波数多重型光スイッチマトリクス（例であり、ゲートマトリクス型スイッチマトリクスと呼ばれるものである。光周波数としては f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_4 の4波の場合の例である。

【0029】入力光路11A、31Aと出力光路11B、31Bとの間に、分岐器13、33、合流器15、35、光周波数多重型光スイッチS11、～、S22が配置される。分岐器13、33と合流器15、35により入力光路11A、31Aと出力光路11B、31Bに接続されている。一般に、周波数多重型光スイッチS、j（i、jは自然数）は第i番目の入力光路と第j番目の出力光路を接続するように配置されている。

【0030】各周波数多重型光スイッチは、S11では f_1 、 f_2 、 f_3 、S12では f_4 、S21では f_4 、S22では f_1 、 f_2 、 f_3 、に対してそれぞれ交差状態になるように設定されている。これより、第1の入力光路11Aから入射した光信号 f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_4 と第2の入力光路31Aから入射した光信号 f_1' 、 f_2' 、 f_3' 、 f_4' とはそれぞれ光周波数ごとに独立にスイッチングされ第1の出力光路11Bには f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_4' が出力され、第2の出力光路31Bには f_1' 、 f_2' 、 f_3' 、 f_4 が出力される。また、本実施例では、入力光路11A、31Aからの光信号が分岐器13、33により各出力光路に分岐されているため、一つの入力信号を複数の出力光路に同時に出力する、いわゆる放送型の接続も行える。

【0031】図7は第2の実施例であり、6入力6出力の光周波数多重型光スイッチマトリクスの例であり、ベネス網と呼ばれるものである。光周波数としては f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_4 の4波の場合の例である。

6

【0032】入力光路111A、112A、113A、311A、312A、313Aと、出力光路111B、112B、113B、311B、312B、313Bとの間に、光周波数多重型光スイッチS11、～、S53がそれぞれ設けられる。このとき互いに隣合う光路間の間に1列状に配置され、交差状態の場合にはある光路から隣の光路に光信号が切り替えられて伝播する。

【0033】同図の動作例では、各光周波数多重型光スイッチは、光周波数多重型光スイッチS11では f_1 、光周波数多重型光スイッチS12では f_1 、光周波数多重型光スイッチS21では f_1 、光周波数多重型光スイッチS31では f_2 、光周波数多重型光スイッチS33では f_3 、 f_4 、光周波数多重型光スイッチS42では f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_4 、光周波数多重型光スイッチS53では f_1 、に対してそれぞれ交差状態になるように設定されている。これより、例として入力光路111Aから入射した光信号 f_1 、 f_2 、と入力光路312Aから入射した光信号 f_1' 、 f_2' 、と入力光路313Aから入射した光信号 f_3' 、 f_4' 、はそれぞれ光周波数ごとに独立にスイッチングされ図中太線で示す光路を伝播し、出力光路311Bには f_1' 、 f_2' 、出力光路312Bには f_3' 、 f_4' 、出力光路113Bには f_2' 、出力光路313Bには f_1 、がそれぞれ出力される。

【0034】同図はいわゆる閉塞型のスイッチマトリクスであるが、横方向に配置されているスイッチの段数（図7では5段）を増やすことにより、いくらでも閉塞率を低くする、あるいは非閉塞型にすることが可能である。

【0035】図8は発明の第3の実施例であり、4入力4出力の光周波数多重型光スイッチマトリクスの例であり、格子型スイッチマトリクスと呼ばれるものである。光周波数としては f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_4 の4波の場合の例である。

【0036】入力光路311A、312A、313A、314Aと、出力光路111B、114B、115B、116B、311B、312B、313B、314Bとの間に光周波数多重型光スイッチS11、～、S44が設けられる。このうち出力光路311B、312B、313B、314Bを実際に使用し、残りの出力光路111B、114B、115B、116Bは使用しない、いわゆるダミーの出力光路である。光周波数多重型光スイッチS11、～、S44は、前述した光周波数多重型光スイッチであり、入力光路および出力光路より形成される格子状のマトリクスの交差点に配置されている。

【0037】入力光路から出力光路に光信号を接続しない状態では、すべての光周波数多重型光スイッチはすべての光周波数信号に対して交差状態に設定されている。例えば、図中、入力光路313A上の光信号 f_3 を出力光路に出力しない場合には、光周波数多重型光スイッチ

(5)

特開平5-323390

7

8

S31, S32, S33, S34でそれぞれ交差状態として伝播したのち、図中の未使用の出力光路114Bに出力されて、出力光路311B, 312B, 313B, 314Bのいずれにも出力されない。また入力光路311A上の光信号f1についても、出力光路311B, 312B, 313B, 314Bのいずれにも出力しない場合にはS11, S12, S13, S14をすべて交差状態にすることにより、未使用の出力光路116Bに出力される。これに対し、同光信号(入力光路111上の光信号f1)を出力光路312Bに出力したい場合には、

光周波数多重型光スイッチS13をf1に対して直道状態にすることにより、同光信号は光周波数多重型光スイッチS11, S12, S13(直道状態)、S23, S33, S43と順次伝播して出力光路312Bに出力される。一般に第i番目の入力光路11iの光信号fxを第j番目の出力光路12jに出力する場合には光周波数多重型光スイッチSijをfxに対して直道状態にすることにより接続が実現される。

【0038】以上、説明したように、本実施例による光周波数多重型光スイッチおよび光周波数多重型光スイッチマトリクスでは、光周波数多重された光信号を分波器で一旦分波することなしに、各光周波数チャンネルごとに独立に光路を切り替えることが可能となり、光周波数多重技術を直接的に利用可能にするとともにハードウェアの少ない光スイッチマトリクスを提供することができる。

【0039】

【発明の効果】以上、本発明による周波数多重型光スイッチ及び周波数多重型光スイッチマトリクスは、各光周波数チャンネルごとに独立に光路を切り替えることを可能とすると共に、ハードウェアの少ない光スイッチマトリクス

を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る光周波数多重型光スイッチのリング状光路の概略の構成及び交差状態における光路切り替え動作を説明する図である。

【図2】図1のリング状光路の直道状態における光路切り替え動作を説明する図である。

【図3】図1におけるリング状光路の周波数特性を示す図である。

*【図4】図2におけるリング状光路の周波数特性を示す図である。

【図5】本発明に係る光周波数多重型光スイッチの概略の構成を示す図である。

【図6】本発明に係る第1の実施例を示す光周波数多重型光スイッチマトリクスの構成と動作例を示す図である。

【図7】本発明に係る第2の実施例を示す光周波数多重型光スイッチマトリクスの構成と動作例を示す図である。

【図8】本発明に係る第3の実施例を示す光周波数多重型光スイッチマトリクスの構成と動作例を示す図である。

【図9】従来の光スイッチを示す図である。

【図10】従来の光スイッチを示す図である。

【図11】従来の光スイッチを光周波数多重型光スイッチに利用する場合の図である。

【符号の説明】

P 基板

1A 第1の入力光路

1B 第1の出力光路

3A 第2の入力光路

3B 第2の出力光路

5A 第1のリング状光路

5B 第2のリング状光路

7A 第1の移相器

7B 第2の移相器

9A 第1の光結合器

9B 第2の光結合器

9C 第3の光結合器

11A 第1の入力光路

11B 第1の出力光路

13 第1の分岐器

15 第1の合流器

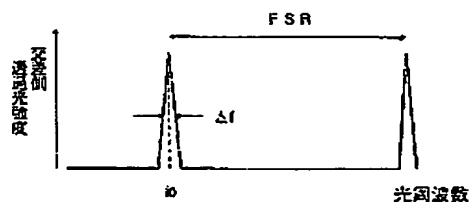
31A 第2の入力光路

31B 第2の出力光路

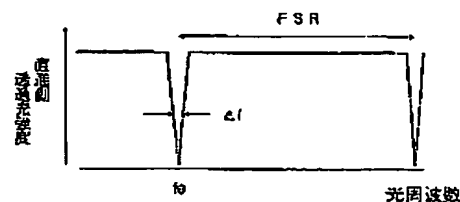
33 第2の分岐器

35 第2の合流器

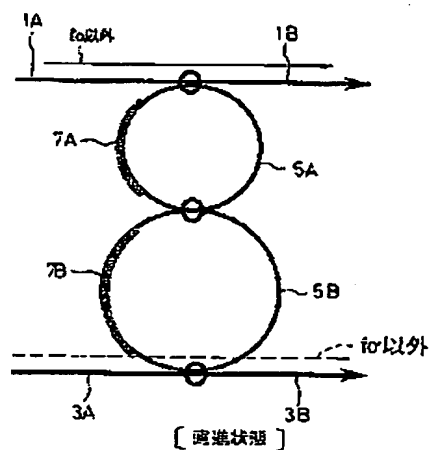
【図3】



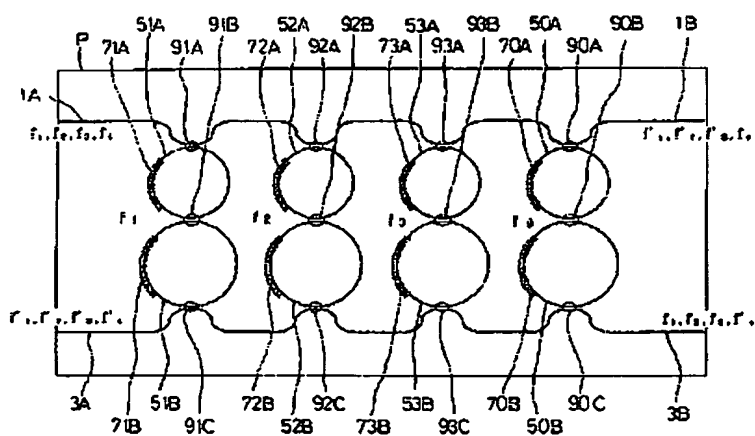
【図4】



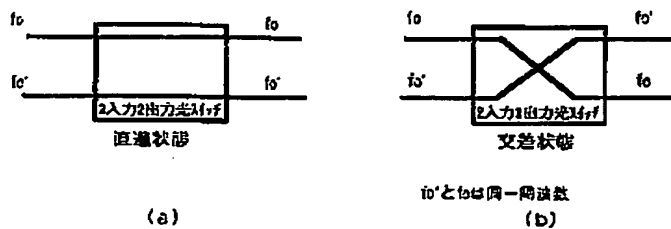
【図2】



【圖5】



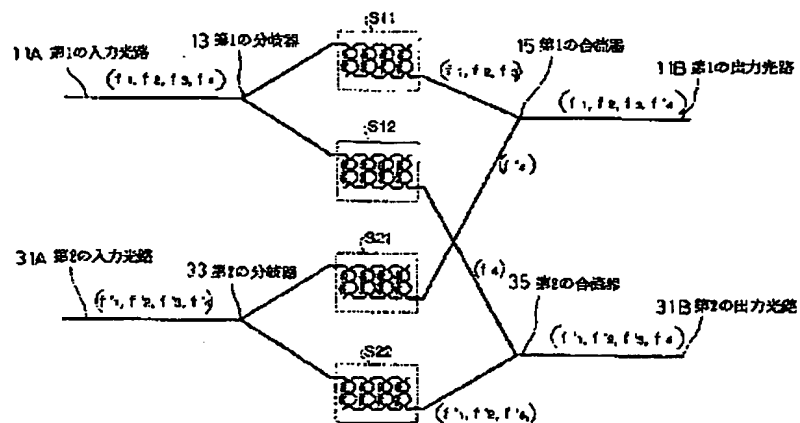
【图9】



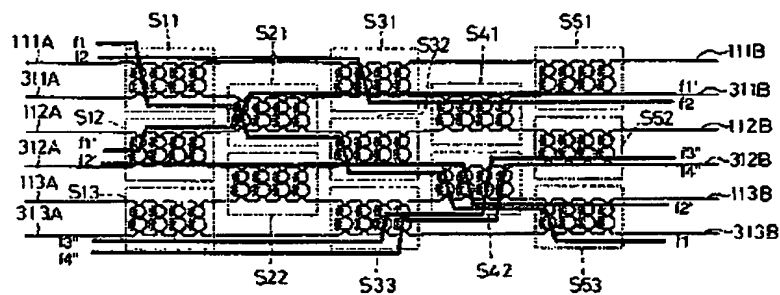
(7)

特開平5-323390

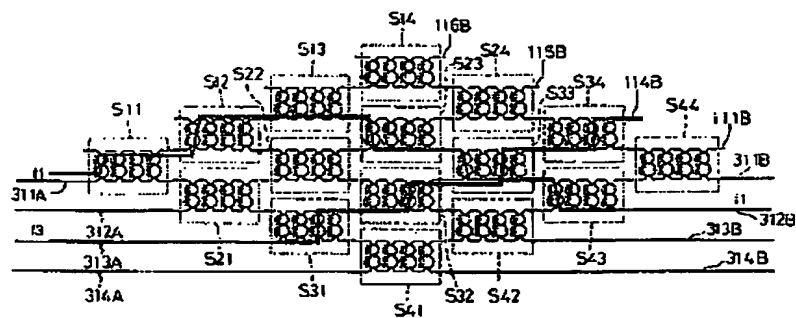
【図6】



【図7】



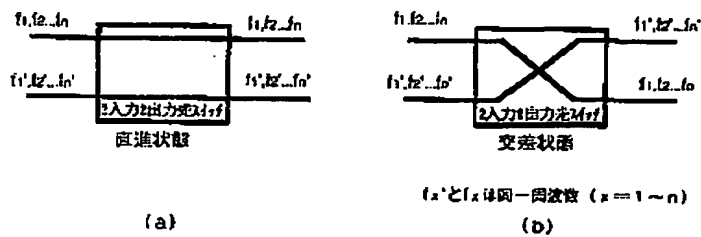
【図8】



(8)

特開平5-323390

【図10】



(9)

特開平5-323390

【図11】

